

(19)日本国特許庁 (JP)

(12)特許公報 (B2)

(11)特許番号

第2917223号

(45)発行日 平成11年(1999)7月12日

(24)登録日 平成11年(1999)4月23日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

B22D 11/10

識別記号

F I

B22D 11/10

N

請求項の数3(全4頁)

(21)出願番号 特願平1-93040  
(22)出願日 平成1年(1989)4月14日  
(65)公開番号 特開平2-274350  
(43)公開日 平成2年(1990)11月8日  
審査請求日 平成8年(1996)2月9日

(73)特許権者 99999999  
新日本製鐵株式会社  
東京都千代田区大手町2丁目6番3号  
(72)発明者 竹内 栄一  
福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1  
新日本製鐵株式會社第3技術研究所内  
(74)代理人 弁理士 秋沢 政光 (外1名)

審査官 横原 貴子

(56)参考文献 特開 昭58-90358 (JP, A)  
特開 昭54-65128 (JP, A)  
実開 平2-53850 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>6</sup>, DB名)

B22D 11/00 - 11/22

(54)【発明の名称】 金属の凝固組織微細化鋳造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】溶融金属の連続鋳造に際して、鋳型内に設けた電磁コイルにより時間的に移動しない低周波交流静止磁界を付与し、少なくとも凝固前面に低周波電磁振動を励起させることによって、凝固前面の柱状デンドライトを破断させ、溶融金属中に遊離させることを特徴とする、金属の凝固組織微細化鋳造方法。

【請求項2】溶融金属の連続鋳造に際して、ストランド部に設けた電磁コイルにより時間的に移動しない低周波交流静止磁界を付与し、少なくとも凝固前面に低周波電磁振動を励起させることによって、凝固前面の柱状デンドライトを破断させ、溶融金属中に遊離させることを特徴とする、金属の凝固組織微細化鋳造方法。

【請求項3】低周波電磁振動を与えるコイル電流周波数が1~30Hz、また、コイル内平均磁束密度が1000ガウス

2

以上である請求項1または2記載の金属の凝固組織微細化鋳造方法。

【発明の詳細な説明】

産業上の利用分野

本発明は、電磁力によって、金属の凝固組織および偏析を制御した鋳造方法に係り、更に詳しくは、連続鋳造等によって得られる成品金属材の材質欠陥の原因となる溶質のマクロ凝固偏析を軽減し、凝固組織の微細化を達成する方法に関する。

10 従来の技術

従来より連続鋳造においては、凝固時の溶質の偏析によって、成品の品質が悪化するため、その改善が望まれていた。

これらの改善方法としては、

(イ)精鍊によって有害な偏析の原因となる溶質を予め

低減させておく方法、

(ロ) 連続铸造最終凝固部のマクロ偏析(中心偏析)の発生する部位の铸片を軽圧化する方法、

または

(ハ) 電磁搅拌(特開昭50-23338号)によって凝固組織を微細化(等軸晶化)し、中心偏析を軽減する方法、などが行われている。

特に、(ハ)の電磁搅拌は、装置的にも、また操作性の点でも簡便であるため、広く一般に用いられているが、ここで得られる効果は、溶融金属の流動を伴う搅拌を発生させて得られるため、溶融金属の流れを発生させるある程度の広さの場が必要なことや、その大きな流れによる非金属介在物の铸片内部への浸入、あるいは铸型内で利用する場合に、パウダーを巻き込むという問題があった。また、デンドライト間に溜る溶質元素が、凝固前面の強い流れで掃き出されるため、その部位での溶質元素の負偏析(鋼の連続铸造の場合にはホワイトバンドと呼ばれる)欠陥を発生させるなどの問題があった。

一方、中心偏析あるいはマクロ偏析の発生を起こしにくい凝固組織である等軸晶を得る方法として、鉄温铸造法や、Zr等の凝固核生成を促す物質の添加による方法も提案されているが、前者ではノズル閉塞などの搬送上の問題が発生しやすいこと、後者の場合には効果を得るために多量の添加を行なわなければならず、これらの添加元素が一般的に高価なことから、実用的ではなかった。発明が解決しようとする課題

本発明は、上記問題点を改善する金属の铸造方法で、電磁力によって引き起こされる凝固前面の振動によりデンドライトの破断を行ない、これを核として凝固組織を微細化すると共に、局所的な不均一性をなくして、偏析を軽減しようとするものである。

課題を解決するための手段

本発明は、

(1) 溶融金属の連続铸造に際して、铸型内に設けた電磁コイルにより時間的に移動しない低周波交流静止磁界を付与し、少なくとも凝固前面に低周波電磁振動を励起させることによって、凝固前面の柱状デンドライトを破断させ、溶融金属中に遊離させることを特徴とする、金属の凝固組織微細化铸造方法、

(2) 溶融金属の連続铸造に際して、ストランド部に設けた電磁コイルにより時間的に移動しない低周波交流静止磁界を付与し、少なくとも凝固前面に低周波電磁振動を励起させることによって、凝固前面の柱状デンドライトを破断させ、溶融金属中に遊離させることを特徴とする、金属の凝固組織微細化铸造方法、

(3) 低周波電磁振動を与えるコイル電流周波数が1～30Hz、また、コイル内平均磁束密度が1000ガウス以上である上記(1)または(2)の金属の凝固組織微細化铸造方法、

である。

すなわち本発明は、溶融金属が冷却されて凝固開始するとき、あるいは凝固しつつあるときに、低周波数の電磁気力を用いて溶融金属を振動させ、この振動により分断された微小デンドライト結晶を液中に分散させて、溶質元素の偏析が少なく、かつ微細な凝固組織を得る方法である。

この方法は、電磁搅拌等の流れによる同等の効果を気体できない小断面铸造磁に特に有効である。

作用

10 以下、本発明を詳細に説明する。

本発明は、溶融金属の凝固の開始時および/または進行中に、交流磁界によって低周波振動を与えるものであり、その振動を付与する範囲は、好ましくは凝固面全体であるが、鋼の連続铸造の場合は、等軸晶を得たい铸片厚みに相当する任意の範囲で付与することが可能である。例えば、铸型内にコイルを設けることもできるし、ストランドのある特定の位置に接地することも可能である。また、複数個のコイルを設けることでより高い効果を得ることができる。

20 振動は、凝固先端を振動させる方向、好ましくは凝固生成方向に直角な方向に振動させる。この方向は、電磁コイルの設置角度を変えることによって容易に変えることが可能である。この振動により、樹間の溶質元素(C、P、Sなど)を溶融金属铸に掃き出させることなく、凝固前面の結晶を破断させ、これらを核とした等軸晶の発生を促すことが可能となる。

低周波振動は、ソレノイド型等の電磁コイルを铸型内からストランド周囲にかけて配置し、溶融金属に1000ガウス以上の平均磁束密度を与える交流静止磁界を印加することによって発生させる。1000ガウス未満の磁束密度では振動力が弱く、十分な効果を得ることができない。また、コイル電流周波数は1～30Hz、好ましくは1～10Hzである。周波数が30Hzを超えると、溶融金属の強い搅拌が発生するので好ましくない。

本発明における溶融金属は特に限定するものではないが、ここでは鋼を中心とし、以下実施例によって具体的に説明する。

実施例

実施例1

40 第1図にこの実施例に相当する本発明の実施態様例を示す。すなわち、第1図に示した次の2ケースの場合の鋼の連続铸造を実施した。

(a) 铸型1内に電磁コイル3を設置した場合、

(b) ストランド部2の未凝固部分、すなわちメニスカスより5m下の位置に電磁コイル3を設置した場合。

何れの場合も、铸片を取り巻くように設けた電磁コイル3に、周波数5Hzの電流を流して、コイル内部に平均3000ガウスの低周波磁界を発生させた。铸型には、中炭素鋼厚板材相当の成分系を有する1550～1555°Cの溶鋼を注入し、铸造後得られる铸片サイズは、幅1200mm、厚さ

200mm、鋳造速度は1m/minとした。ここで使用した連続機による鋳造では、第1図(b)で電磁コイル3を設置した位置、すなわちメニスカス4より5m下の位置での凝固シェル6の厚さが何れの場合も50~52mmの範囲内であった。

こうして上記2ケースのそれぞれの場合に得られた鋳片を切断し、そのC断面を腐食して組織観察を行なったところ、第1図(a)の場合には、第2図(a)に示すような微細等軸晶8の組織が全体に見られた。また、第1図(b)の場合には、第2図(b)に示すような組織が生成して、鋳片表面から約50mm内部に微細等軸晶8が観察され、柱状晶7と微細等軸晶8の境界部には、第2図(c)に見られるような溶質の負偏析帯(ホワイトバンド10)は発生していなかった。

#### 実施例2

上述の実施例1で第1図(b)のケース、すなわちメニスカス4より5m下の位置に鋳片を取り巻くように電磁コイル3を設けた場合について、平均磁束密度をそのまま3000ガウスとし、コイル電流周波数を1Hz、2Hz、10Hz、20Hz、30Hz、及び50Hzと変化させて連続鋳造を行なった。ここでも、実施例1と同じく、鋳型に中炭素鋼厚板材相当の成分系を有する1550~1555°Cの溶鋼を注入し、鋳造後得られる鋳片サイズは、幅1200mm、厚さ200mm、鋳造速度は1m/minとした。一方、電磁コイル3を設置した位置での凝固シェル6の厚さは、何れの場合も50±5mmの範囲内にあった。

その結果、30Hz以下では、第2図(b)のように溶質の負偏析帯(ホワイトバンド10)は生成しなかったが、50Hzでは、第2図(c)の状況に類似し、ホワイトバンド10が生成した。

#### 実施例3

同じく上述の実施例1で第1図(b)のケース、すなわち、メニスカス4より5m下の位置に鋳片を取り巻くように電磁コイル3を設けた場合に対して、コイル電流周波数をそのまま5Hzとし、コイル内平均磁束密度を、500ガウス、1000ガウス、2000ガウス、5000ガウス、及び10000ガウスに変化させて連続鋳造を行なった。ここでも、実施例1と同じく鋳型に中炭素鋼厚板材相当の成分系を有する1550~1555°Cの溶鋼を注入し、鋳造後得られる鋳片サイズは幅1200mm、厚さ200mm、鋳造速度は1m/minとした。ここでも、電磁コイル3を設置した位置での凝固シェル6の厚さは、何れの場合も50±5mmの範囲内にあった。

その結果、1000ガウス以上では、第2図(b)のような微細等軸晶8が生成して良好な組織となったが、500ガウスでは、第2図(d)の状況に類似し、中央部にマクロ偏析11が生成した。

#### 比較例1

次に、第1図(a)の電磁コイル3に代え、鋳型部分に一般に使用されている移動磁界型の電磁攪拌装置を設置し、実施例1と同様に、鋳型には、中炭素鋼厚板材相当の成分系を有する1551°Cの溶鋼を注入し、鋳造後得られる鋳片サイズは幅1200mm、厚さ200mm、鋳造速度は1m/minとした。ここでは電磁コイル3を設置した位置での凝固シェル6の厚さが52mmであった。また、電磁力は電磁攪拌装置部分で約1m/secの溶鋼流速が得られるように調整した。

このとき得られた鋳片のC断面組織を第2図(c)に示す。鋳片内部は等軸晶9となっているものの、その粒度は上記実施例1の何れの場合よりも大きく、しかもその境界には溶質の負偏析帯(ホワイトバンド10)が発生していた。

#### 比較例2

比較例1と全く同様な鋳造条件で、ただし、電磁攪拌装置は稼働せず、従って、電磁力を全く付与しなかった場合に得られた鋳片のC断面凝固組織を第2図(d)に示す。鋳片の最終凝固部である中央に溶質のマクロ偏析11が認められた。

以上の結果から、本発明による方法は、凝固組織微細化およびマクロ偏析防止に非常に有効であることが分かる。

#### 発明の効果

本発明では、交流静止磁界によって、凝固前面に低周波振動を付与するため、電磁攪拌のような溶融金属の大きな流れにより引き起こされる溶質元素の負偏析を発生させることなく、柱状デンドライトを破断させ、これを核とした等軸晶生成を促す結果、凝固組織の微細化とマクロ偏析防止を図ることができる。このようにして得られた鋳片を加工して得られる成品は、材質的に非常に優れたものとなる。

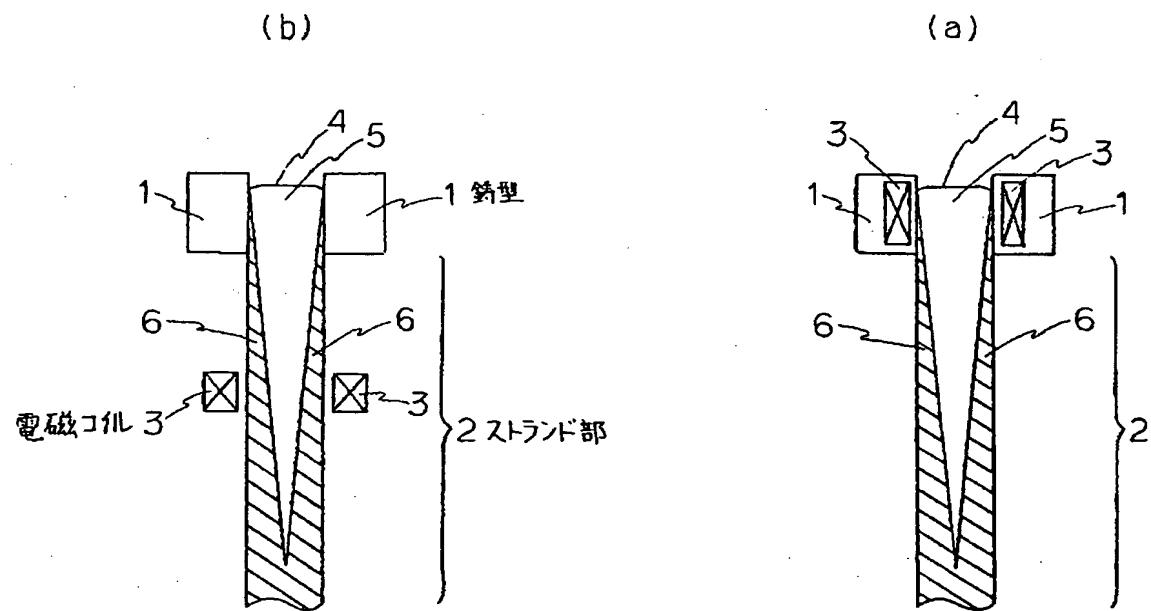
この方法は、装置面、操作面共に簡便であり、特に溶融金属に電磁力を用いて低周波振動による局所的な運動を引き起こすため、他の方法では上述のような組織微細化およびマクロ偏析防止効果を期待しにくい小断面鋳造にも特に有効である。

#### 【図面の簡単な説明】

第1図は、本発明の実施態様例を示す説明図、また、第2図は、得られた鋳片のC断面組織観察状況を示す説明図で、

(a)及び(b)は、本発明実施時の鋳片組織、(c)及び(d)は、比較例の鋳片組織である。  
1……鋳型、2……ストランド部、3……電磁コイル、4……メニスカス、5……溶融金属、6……凝固シェル、7……柱状晶、8……微細等軸晶、9……等軸晶、10……ホワイトバンド、11……中心偏析。

【第1図】



【第2図】

